

**SEMICONDUCTOR DEVICE**

**Patent number:** JP8208948  
**Publication date:** 1996-08-13  
**Inventor:** NAGASAWA TOKU; IKO KAZUO  
**Applicant:** NITTO DENKO CORP  
**Classification:**  
- **International:** C08L63/00; C08G59/40; H01L23/29; H01L23/31  
- **European:**  
**Application number:** JP19950294490 19951113  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP8208948**

**PURPOSE:** To enable a large semiconductor device, etc., to be satisfactorily sealed and obtain a semiconductor device excellent in low-stress properties, stampability, moisture resistance, etc.

**CONSTITUTION:** A semiconductor device is sealed with an epoxy resin compsn. contg. an epoxy resin, a curative, a silicone powder represented by the formula:  $(RSiO_{3/2})_n$  (wherein R is a monovalent org. group), and a silicone oil having at least one group selected from among epoxy, amino, hydroxyl, mercapto, and carboxyl groups.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-208948

(43)公開日 平成8年(1996)8月13日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 8 L 63/00	N K B			
C 0 8 G 59/40	N H X			
H 0 1 L 23/29				
23/31				

H 0 1 L 23/ 30 R  
審査請求 有 発明の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号	特願平7-294490
(62)分割の表示	特願昭60-269131の分割
(22)出願日	昭和60年(1985)11月28日

(71)出願人	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(72)発明者	長沢 徳 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東 電工株式会社内
(72)発明者	伊香 和夫 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東 電工株式会社内
(74)代理人	弁理士 西藤 征彦

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

【課題】大型半導体装置等の封止に充分対応でき、低応力性、捺印性、耐湿性等の特性に著しく優れた半導体装置を提供する。

【解決手段】下記の(A)～(D)成分を含有するエポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子を封止するようにした。

(A) エポキシ樹脂。

(B) 硬化剤。

(C) つぎの式で示されるシリコンパウダー。

【化1】  $(RSiO_{3/2})_n$

〔但し、Rは一価の有機基である。〕

(D) エポキシ基、アミノ基、水酸基、メルカプト基およびカルボキシル基からなる群から選ばれた少なくとも一つの官能基を有するシリコンオイル。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の(A)～(D)成分を含有するエポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子を封止してなる半導体装置。

(A) エポキシ樹脂。

(B) 硬化剤。

(C) つぎの式で示されるシリコンパウダー。

【化1】  $(RSiO_{3/2})_n$

【但し、Rは一価の有機基である。】

(D) エポキシ基、アミノ基、水酸基、メルカプト基およびカルボキシル基からなる群から選ばれた少なくとも一つの官能基を有するシリコンオイル。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、信頼性の優れた半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 トランジスタ、IC、LSI等の半導体素子は、通常セラミックパッケージもしくはプラスチックパッケージ等により封止され、半導体装置化されている。上記セラミックパッケージは、構成材料そのものが耐熱性を有し、耐湿性にも優れているため、温度、湿度に対して強く、しかも中空パッケージのため機械的強度も高く信頼性の高い封止が可能である。しかしながら、構成材料が比較的高価なものであることと、量産性に劣る欠点があるため、最近では上記プラスチックパッケージを用いた樹脂封止が主流になっている。この種の樹脂封止には、従来からエポキシ樹脂組成物が使用されており、良好な成績を収めている。

【0003】 上記エポキシ樹脂組成物としては、特に、 $\alpha$ -クレゾールノボラックエポキシ樹脂と、硬化剤としてのフェノールノボラック樹脂、その他、硬化促進剤としての第三級アミン化合物、無機充填剤としての溶融シリカ等で構成されるものが、封止作業性（特にトランスファー成形時の作業性）に優れているとして賞用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、半導体分野の技術革新はめざましく、最近では、集積度の向上とともに、素子サイズの大形化、配線の微細化が進む反面、パッケージ形状の小形化、薄形化が進むようになっており、これに伴って、半導体素子の封止材料においても、従来以上の低応力性、耐熱性、耐湿性が要求されるようになっている。これまでの封止用エポキシ樹脂組成物では、IC、LSI等の半導体素子の封止材料としては充分優れているが、例えば8ピン以上特に16ピン以上のような大形半導体装置の封止材料としては、素子に加わる収縮応力が大きくなりすぎて、耐熱衝撃性の低下や残留応力の増加を招く傾向がある。

【0005】 これらの欠点は、特に冷熱試験を行うと顕

著に判明する。すなわち、上記従来の大形半導体装置について冷熱試験を行うと、封止樹脂や素子の保護膜であるパッシベーション膜に水分侵入路となるクラックが発生する。このように冷熱試験でクラックを生じするような装置は、通常の使用状態においてもクラックを生じやすいものであり、耐湿性等の諸特性が劣り、半導体装置としての信頼性にいまひとつ欠ける。

【0006】 このため、封止樹脂にシリコンオイルを添加して低応力化を図ること等が提案されているが、シリコンオイルを添加すると、得られる半導体装置の封止樹脂部にマーク表示をする場合の捺印性が悪くなる等の問題が生じる。

【0007】 この発明は、このような事情に鑑みなされたもので、樹脂封止に用いるエポキシ樹脂組成物として特殊な成分組成のものを用いることにより、大形半導体装置等の封止に充分対応でき、低応力性、捺印性、耐湿性等の特性に著しく優れた半導体装置を提供することをその目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、この発明の半導体装置は、下記の(A)～(D)成分を含有するエポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子を封止するという構成をとる。

(A) エポキシ樹脂。

(B) 硬化剤。

(C) つぎの式で示されるシリコンパウダー。

【化2】  $(RSiO_{3/2})_n$

【但し、Rは一価の有機基である。】

(D) エポキシ基、アミノ基、水酸基、メルカプト基およびカルボキシル基からなる群から選ばれた少なくとも一つの官能基を有するシリコンオイル。

【0009】

【発明の実施の形態】 すなわち、本発明者らは、半導体装置の捺印性を阻害することなく低応力性の向上を図るために、特にエポキシ樹脂組成物に使用するシリコン系材料を中心に一連の研究を重ねた結果、一般式  $(RSiO_{3/2})_n$  で示されるシリコンパウダーと、特定のシリコンオイルを併用すると、所期の目的を達成しうることを見だしこの発明に到達したのである。

【0010】 この発明に用いるエポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂(A成分)と、硬化剤(B成分)と、上記一般式で示されるシリコンパウダー(C成分)と、特定のシリコンオイル(D成分)とを用いて得られるものであって、通常、粉末状もしくはそれを打錠したタブレット状になっている。

【0011】 このようなエポキシ樹脂組成物は、特に上記C成分の使用により、低応力性、捺印性および耐湿性に優れたプラスチックパッケージになりうるものであり、信頼度の高い半導体装置を実現しうるものである。

【0012】 上記エポキシ樹脂組成物のA成分となるエ

ポキシ樹脂は、1分子中に2個以上のエポキシ基を有するエポキシ化合物であれば特に制限するものではない。すなわち、従来から半導体装置の封止樹脂として用いられている各種のエポキシ樹脂が好適であり、その他、ビスフェノールAのジグリシジルエーテルやその多量体であるエビス型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、レゾルシン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂等も好適なエポキシ樹脂として使用可能である。

【0013】ノボラック型エポキシ樹脂としては、通常エポキシ当量160~250、軟化点50~130℃のものが用いられ、このうち、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂としては、エポキシ当量180~210、軟化点60~110℃のものが一般に用いられる。また、フェノールノボラック型エポキシ樹脂としては、エポキシ当量160~200℃、軟化点60~110℃のものが一般に用いられる。

【0014】上記エポキシ樹脂と共に用いられるB成分の硬化剤としてはノボラック型フェノール樹脂、酸無水物またはアミンを好適な例としてあげることができ、これらは単独で、あるいは併用して使用できる。

【0015】上記ノボラック型フェノール樹脂としては、フェノール、クレゾール、ビスフェノールA等のフェノール類とホルアルデヒド等のアルデヒド類を酸性触媒下で縮合することにより得られるフェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ビスフェノールAノボラック樹脂等をあげることができ、特に軟化点50~130℃のものが好ましい。

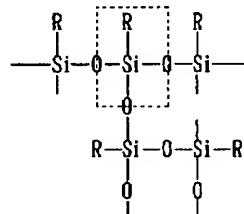
【0016】上記酸無水物としては、無水フタル酸、無水マレイン酸、無水メチルテトラヒドロフタル酸、無水テトラヒドロフタル酸、無水トリメリット酸、無水メチルエンドメチレンテトラヒドロフタル酸、シクロヘキサン-1, 2-ジカルボン酸無水物、シクロヘキサン-3, 4-ジカルボン酸無水物、トリメリット酸無水物のエチレングリコールエステル等をあげることができる。

【0017】またアミンとしては、m-フェニレンジアミン、p-フェニレンジアミン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、1, 5-ジアミノナフタリン、2, 4-ビス(β-アミノ-1-ブチル)トルエン、ビス(p-β-アミノ-1-ブチルフェニル)エーテル、ビス(p-β-メチル-ο-アミノフェニル)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-イソプロピルベンゼン、m-キシリレンジアミン、p-キシリレンジアミン、2, 4-ジアミノトルエン、2, 6-ジアミノトルエン、ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタン、3-メチルヘプタメチレンジアミン、4, 4-ジメチルヘプタメチレンジアミン、オクタメチレンジアミン、2, 5-ジメチルヘキサメチレンジアミン、2, 5-ジメチルヘプタメチレンジアミン、3-メチルヘプタメチレンジアミン、1, 4-シクロヘキサジアミン等をあげることができる。

【0018】この発明に用いるC成分のシリコンパウダーは、従来知られている線状高分子、あるいはゴム状であるシリコンゴム、さらにはシリコンオイル等のシリコン化合物とは異なり、一般式(RSiO<sub>3/2</sub>)<sub>n</sub>で示されるところの、緻密な三次元網目構造を有するオルガノポリシロキサン粉体である。すなわち、このシリコンパウダーは、例えば下記の構造を有し、点線で囲まれた部分を繰り返し単位とするものである。

【0019】

【化3】



【0020】このシリコンパウダーは、粒径が小さければ小さい程耐熱衝撃性および残留応力の低下に対してより好ましい効果を与えるため、この観点から少なくとも200μm以下の粒径のものを使用することが好ましい。特に、このことは、この発明のエポキシ樹脂組成物をトランスファーモールドに供する場合におけるゲート詰まり等の問題の点からもいいうことであり、粒径は小さければ小さい程よい。

【0021】また、このシリコンパウダーの粒子形状は球状である方が分散性に優れ、前記半導体装置の耐熱衝撃性および残留応力の低下に対しより有効性をもつため好ましい。

【0022】なお、前記のシリコンパウダーの式において、すでに述べたようにRは一価の有機基であるが、それを具体的に例示すると、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、シクロアルキル基等のアルキル基、ビニル基、アリル基等のアルケニル基、フェニル基、キシリル基等のアリール基、フェニルエチル基等のアラルキル基、あるいはエポキシ基、アミノ基、水酸基、カルボキシル基、カルボン酸エステル基もしくはメルカプト基を有する一価の有機置換基があげられる。

【0023】この発明に用いるシリコンパウダーは、Rが上記有機基のいずれか1種のみであるホモポリマーによるものであっても、またRが上記有機置換基の2種以上であるコポリマーによるものであってもよい。

【0024】また、この発明に用いるD成分のシリコンオイルは、エポキシ樹脂、硬化剤のような樹脂系の変性剤としての作用を有するものであってエポキシ基、アミノ基、水酸基、メルカプト基、カルボキシル基からなる群から選ばれた少なくとも一つの官能基を有するシリコンオイルより構成される。このオイルは単独で用いてもよいし、数種を併用してもよい。そして、官能基以外の部分の化学構造は、ポリジメチルシロキサンが好ま

5

しいが、一部がメチル基に代えてフェニル基で置換されていてもよい。

【0025】上記官能基は、シリコン分子末端に結合していても、側鎖として結合していてもよい。

【0026】このようなシリコンオイルの分子量は、100以上10000以下が好ましい。すなわち、分子量が100未満ではシリコン分子が、硬化樹脂の骨格の可塑剤として作用して半導体装置の信頼性を低下させ、逆に、分子量が10000を超えると、シリコン分子が樹脂系に対して親和性を示さず、実質的に樹脂系と化学反応、すなわち、変性することが困難となり、この発明の効果が小さくなる。

【0027】また、官能基当たりの当量は100以上10000以下であることが好ましい。これは上記と同じ理由によるものである。

【0028】なお、この発明のシリコンオイルは予めA成分であるエポキシ樹脂およびB成分である硬化剤の少なくとも一方と反応させてから他の原料と混合することが好ましい。

【0029】また、この発明では、上記A成分、B成分、C成分およびD成分以外に必要なに応じて硬化促進剤、充填剤、離型剤等のその他の原料を用いることができる。硬化促進剤としては、フェノール硬化エポキシ樹脂の硬化反応の触媒となるものは全て用いることができ、例えば、2, 4, 6-トリ(ジメチルアミノメチル)フェノール、2-メチルイミダゾール、トリフェニルホスフィン等をあげることができる。充填剤としては、石英ガラス粉、珪石粉、タルク等を用いることができる。離型剤としては、従来公知のステアリン酸、パルミチン酸等の長鎖カルボン酸、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の長鎖カルボン酸の金属塩、カルナバワックス、エステル系ワックス類等を用いることができる。

【0030】この発明に用いるエポキシ樹脂組成物は、例えばB成分である硬化促進剤としてノボラック型フェノール樹脂あるいは酸無水物を用いた場合、つぎのようにして製造することができる。すなわち、まず前記エポキシ樹脂(A成分)と硬化剤(B成分)の少なくとも一方をシリコンオイル(D成分)で変性し、この変性物とシリコンパウダー(C成分)および必要に応じて硬化促進剤、離型剤、充填剤等のその他の原料を混合し、80~120℃で数分間混練することにより製造することができる。なお、硬化促進剤を用いる場合には、通常、得られるエポキシ樹脂組成物の150℃でのゲル化時間が30~90秒となるようにその添加量を調整して使用することが行われる。一方、硬化剤としてアミン系硬化剤を用いたときは、シリコンパウダーをエポキシ樹脂あるいは該硬化剤と前もって熔融混練後、微粉砕しておき、全成分をドライブレンドするのが好ましい。

【0031】この発明において、上記硬化剤(B成分)

6

の含有量は、エポキシ樹脂(A成分)を硬化させることができる充分な量、すなわち、前記エポキシ樹脂の1エポキシ当量当たり、0.4~2.0当量、好ましくは0.6~1.5当量用いることが好ましい。より具体的には、前記エポキシ樹脂の1エポキシ当量に対して硬化剤としてノボラック型フェノール樹脂を用いた場合には、0.5~2.0当量、好ましくは0.8~1.5当量、また硬化剤として酸無水物を使用した場合は0.4~1.2当量、好ましくは0.6~1.0当量、さらに硬化剤としてアミンを用いた場合には0.5~2.0当量、好ましくは0.8~1.5当量とすることが望ましい。

【0032】また、シリコンパウダー(C成分)の含有量は、エポキシ樹脂組成物全体に対して2重量%(以下「%」と略す)以上で、かつ無機成分と合わせた添加量が80%以下になることが好ましい。すなわち、2%未満では低応力性を改良するためにシリコンオイルを多く添加しなければならなくなり得られる半導体装置の捺印性が悪くなるからである。また、シリコンパウダーと無機成分の合計添加量が80%を超えると封止樹脂組成物の分散性や流動性に問題が生じ、得られる半導体装置が封止樹脂未充填のため欠陥品となるからである。

【0033】さらに、シリコンオイル(D成分)の含有量は、硬化促進剤や充填剤等の添加成分を除いたエポキシ樹脂組成物(A成分+B成分+C成分+D成分)に対して15%以下とすることが好ましい。15%を超えると、得られる半導体装置の捺印性に問題が生じやすいからである。

【0034】このようなエポキシ樹脂組成物を用いての半導体素子の封止は特に限定するものではなく、通常の方法、例えばトランスファー成形等の公知のモールド方法により行うことができる。

【0035】このようにして得られる半導体装置は、極めて低応力性、捺印性、耐湿性に優れている。

【0036】

【発明の効果】以上のように、この発明の半導体装置は、シリコンパウダー(C成分)とシリコンオイル(D成分)を含む特殊なエポキシ樹脂組成物を用いて封止されており、その封止プラスチックパッケージが、従来のエポキシ樹脂組成物製のものとは異なるため、捺印性を確保したままで低応力化が実現されており、耐湿性に優れ、信頼度が高くなっている。特に、上記特殊なエポキシ樹脂組成物による封止により、超LSI等の封止に充分対応でき、素子サイズが16mm<sup>2</sup>以上の大形半導体装置において、上記のような高信頼度が得られるようになるのであり、これが最大の特徴である。

【0037】つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。

【0038】まず、つぎのようにしてエポキシ樹脂組成物をつくった。

## 【0039】

【実施例1】攪拌機付セパラブルフラスコ中でオークレゾールノボラックエポキシ樹脂（エポキシ当量220，軟化点80℃）56重量部（以下「部」と略す）を加熱溶解し、この中に両末端アミノプロピルポリジメチルシロキサン（アミン当量10000）15部を投入し、170℃で4時間攪拌混合した。得られた変性物の全量とフェノールノボラックエポキシ樹脂（水酸基当量110，軟化点80℃）28部， $(\text{CH}_3\text{Si}_2)_2$  で表されるオルガノシリコンパウダー（平均粒径50 $\mu$ ）50部、溶解性シリカ粉末345部、シランカップリング剤（日本ユニカー社製，A-186）2部、カーボンブラック2部、硬化促進剤（2，4，6-トリスジメチルアミノメチルフェノール）0.45部および離型剤カルナバワックス2.5部を80～100℃の熱ロールで3分間溶解混練して冷却したのち粉砕し、10メッシュパス粉体とし、半導体素子封止用のエポキシ樹脂組成物を得た。

## 【0040】

\*

	実 施 例						比 較 例		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3
エポキシ樹脂 (A)	56	64	60	56	60	62	52	66	66
フェノール 樹脂 (B)	28	32	30	28	30	31	26	33	33
シリコンパウダー (C)	50	100	20	15	40	10	0	55	0
シリコンオイル (D)	15	5	10	15	10	6	20	0	0
溶解性シリカ粉末	345	300	310	270	260	270	400	396	400
カーボンブラック	2	2	2	2	2	2	2	2	2
シランカップリング剤	2	2	2	2	2	2	2	2	2
離型剤	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
硬化促進剤	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

## 【0043】

## 【表2】

	平均粒子径 ( $\mu$ )	置 換 基
実 施 例	1	メチル基
	2	フェニル基
	3	メチル基
	4	メチル基：フェニル基=1：1
	5	メチル基：フェニル基=1：1
	6	メチル基
比 較 例	1	—
	2	メチル基：フェニル基=1：1
	3	—

40

50

\*【実施例2，4，6】後記の表1に示す配合で各原料を使い、シリコンパウダーとシリコンオイルの種類を代えた。それ以外は全て実施例1と同様にして目的とするエポキシ樹脂組成物を得た。なお、用いたシリコンパウダーの種類を表2に、シリコンオイルの種類を表3に示した。

## 【0041】

【実施例3，5，比較例1～3】表1に示す量のフェノール樹脂およびシリコンオイルを攪拌機付セパラブルフラスコ中で溶解混合し、この中に表1に示す量の硬化促進剤を添加し、170℃で4時間攪拌混合した。得られた変性物の全量と表1に示す他の原料を80～100℃の熱ロールで3分間溶解混練して冷却したのち粉砕し、10メッシュパス粉体とし、半導体素子封止用のエポキシ樹脂組成物を得た。用いたシリコンパウダーとシリコンオイルの種類を表2，表3に示した。

## 【0042】

## 【表1】

## 【0044】

## 【表3】

		シリコンオイルの構造	当量	平均分子量
実施例	1	両末端アミノプロピルジメチルシロキサン	10000	20000
	2	両末端メカトプロピルジメチルシロキサン	5000	10000
	3	両末端グリシジルプロピルジメチルシロキサン	120	240
	4	側鎖アミノプロピルジメチルシロキサン	1000	5000
	5	側鎖グリシジルアルキル側鎖ポリオキシアルキレンジメチルシロキサン	10000	30000
	6	両末端アミノプロピルジメチルシロキサン	500	1000
比較例	1	両末端グリシジルプロピルジメチルシロキサン	300	600
	2	—	—	—
	3	—	—	—

【0045】つぎに、以上の実施例および比較例によって得られた粉末状のエポキシ樹脂組成物を用い、充填性と捺印性を調べるため、48個取り金型で42ピンDIPを成形した。モールドは、低圧トランスファー成形法を用いた。すなわち、高周波加熱装置を用いて90℃に予め熱したタブレットを175℃の金型に設定注入時間20秒で注入し、成形時間2分で成形した。

【0046】このようにして得られた42ピンDIPの成形物表面にボンマークC銀を捺印し、175℃で5時間ポストキュアしたのち、トリクロロエチレンをしみ込ませた綿棒で荷重500gをかけ、完全に消えるまでの往復回数を求めて評価した。

【0047】耐熱衝撃試験は、耐熱衝撃試験用素子を同様にモールドしたのち175℃で5時間ポストキュアしたものを40個用意した。この試料を150℃と-80℃のシリコンオイルに5分間ごとに交互に浸漬することを500サイクル行い、その後パッケージを発煙硝酸によって加熱溶解除去し、素子表面の保護膜である窒化珪素膜にクラックの認められたものの個数を求めて評価した。その結果を下記の表4に示した。

【0048】

【表4】

		耐熱衝撃試験不良数 (個/40個)	充填性	捺印性 (回)
実施例	1	6	良好	250
	2	2	"	200
	3	3	"	280
	4	1	"	200
	5	2	"	300
	6	2	"	350
比較例	1	2	"	20
	2	3	未充填	400
	3	38	良好	400

【0049】表4の結果から、実施例品は耐熱衝撃性、充填性、捺印性の全てに優れており、バランスのとれた信頼性の高い半導体装置を実現しうることがわかる。

【0050】これに対し、比較例品は、シリコンパウダーを入れないものは捺印性が悪く、シリコンオイルを入れないものは充填性が悪く、両方とも入れないものは耐熱衝撃性が悪い。